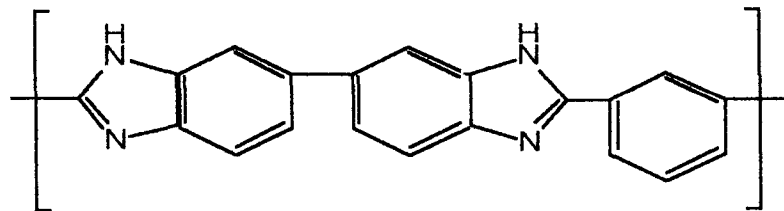


発表題目 セラゾール（ポリベンゾイミダゾール）塗工用グレード／PBIマトリックス・レジン・ソリューション  
 発表者 ○伊藤裕美、村田 誠  
 研究機関 ヘキストインダストリー（旧ヘキストジャパン） 先端材料技術研究所

### 1. PBIとは

ポリベンゾイミダゾール（PBI）は、1960年代に米国のDr. Marvelらによって提案された耐熱性樹脂です。その主な特長は、広い使用温度範囲（-200℃～350℃）と卓越した強度にあり、幅広い産業分野での応用が期待されています。

ヘキストグループでは、以下の構造式のPBI（正式名称はポリ-2, 2'-(m-フェニレン)-5, 5'-ビベンゾイミダゾール）を、



米国ヘキストセラニーズ社がNASA（米国航空宇宙局）とAFML（米空軍材料研究所）の援助を受けて開発を行い、主にスペースシャトル計画のパイロットスーツや消防士のスーツ等の耐熱性の繊維として製品化してきました。また、1988年からは焼結・射出成形法による成形品の供給も「セラゾール」の商標で行っております。

この度、ヘキストジャパンが中心となってセラゾール塗工用グレードとして「PBIマトリックスレジンソリューション」の開発に成功し、製品としての供給を開始する運びとなりました。

#### PBI MR Solution 製品仕様

グレード名	標準仕様	溶剤	梱包形態
PBI MR Sol. IV0.8	樹脂濃度：10重量% 溶液粘度： 90±20cp	N、N-ジメチルアセト アミド 危険物第4類第3石油類 危険等級Ⅲ 水溶性	ガラスボトル入
PBI MR Sol. IV1.1	樹脂濃度：10重量% 溶液粘度： 225±60cp	N、N-ジメチルアセト アミド 危険物第4類第3石油類 危険等級Ⅲ 水溶性	ガラスボトル入

（製品仕様は予告なしに変更することがあります。）

## 2. PBIマトリックスレジンソリューション

### 2.1 PBIマトリックスレジンソリューション

PBIマトリックスレジンソリューションは、特殊な条件下でPBIをN、N-ジメチルアセトアミドに溶解させた溶液です。標準仕様としては樹脂濃度10重量%であり、N、N-ジメチルアセトアミドを希釈剤として使用することにより種々の溶液粘度を得ることができます。

PBIマトリックスレジンソリューションに使用されるPBIの重合度には2タイプあります。PBIの重合度は固有粘度値（IV値）で評価され、IV 0.8とIV 1.1の2種類のPBIが用いられています。

PBIの固有粘度と相対分子量（ポリスチレン換算）の関係

	数平均分子量 (Mn)	重量平均分子量 (Mw)
IV=0.8	70,000	130,000
IV=1.1	100,000	230,000

### 2.2 溶液寿命

温度・湿度が管理された保管状態でのPBIマトリックスレジンソリューションの保証期間は3カ月間です。冷蔵保存により、さらに寿命を延ばすことも可能です。

PBIマトリックスレジンソリューションの劣化は樹脂同士の会合による不溶化であるため、再加熱処理により再生することが可能です。劣化後の再加熱処理は、120℃の温度で30分間が標準条件です。

## 3. PBI塗膜化条件

### 3.1 製膜法

ディッピング・スプレー・静電塗装等の公知のコーティング法で、アルミニウム・銅・ニクロム等の金属表面に直接製膜が可能です。

溶液粘度調節は、溶剤による希釈、あるいは溶液温度の調節で行います。溶液温度53℃では、室温（25℃）の約60%の溶液粘度となります。

製膜される金属表面は脱脂が十分に行われていることはもちろんですが、必要に応じプライマー処理やプラスト処理も密着性向上に効果があります。

液ダレを防止し均一な膜を得るためには、事前に基材を100℃程度に加熱しておく、または、製膜後すぐに100℃で予備乾燥を行うことをお勧め致します。

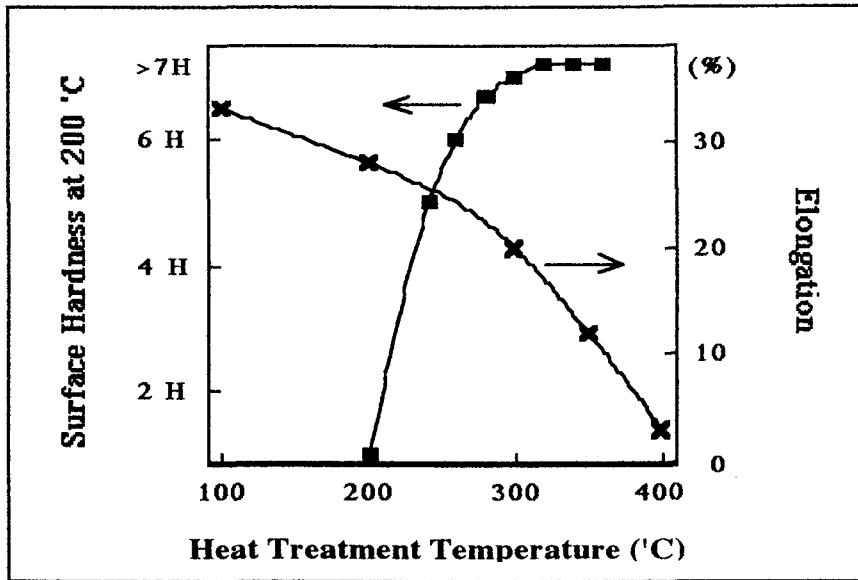
### 3.2 熱処理条件

塗膜化のためには製膜後に熱処理を行う必要があります。熱処理には、

- 1) 溶剤を蒸発させる、
- 2) PBIを架橋させて、強度・耐薬品性等を向上させる、

という2つの目的があります。このためには、酸化雰囲気中・300℃以上で十分に熱処理を行う必要があります。

架橋後のPBIは高い強度等を持ちますが、破断伸び等が著しく低下するという欠点も持っています。熱処理温度・時間は、用途に応じて最適な条件が選択される必要があります。次図に、熱処理温度（空气中、熱処理時間1時間）と表面硬度（測定温度200℃）・破断伸びの関係を示します。



熱処理温度と表面硬度・破断伸びの関係

#### 4. PBIの諸特性

##### 4.1 熱的特性

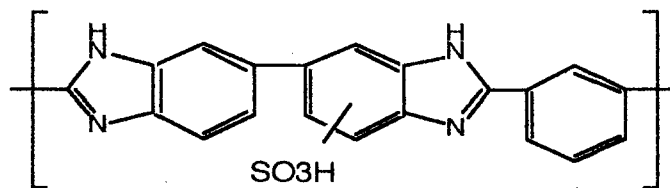
PBIの熱的特性は非常に優れ、非常に高い熱分解温度（空气中580℃、窒素中では800℃まで明確な分解点を持たない）・難燃性（限界酸素指数58%）等の特長を持っています。-200℃という極低温でも様々な特性を保持します。

##### 4.2 機械的特性

PBIは大きな破断強度（30kg/mm<sup>2</sup>）と引張弾性率（1300kg/mm<sup>2</sup>）を持ち、更に高温でも非常に高い表面硬度を保持する（200℃で7H以上）という特長を持っています。

##### 4.3 耐薬品性

PBIは、有機溶剤に対して強い耐薬品性を持っています。硫酸等の酸に対しては下図の様な結合を形成するため重量が増加し、吸湿性・電気特性等の特性が変化します。



酸化雰囲気中での熱処理により架橋したPBIは、有機溶剤・酸・アルカリに対して非常に強い耐薬品性を持つようになります。十分に架橋したPBIは、熱濃硫酸にさえ完全には溶けません。

##### 4.4 その他の諸特性

優れた摺動特性（動摩擦係数 0.27）、アルミニウムと同等の寸法安定性（線膨張係数  $2.1 \times 10^{-5} \text{ cm/cm/}^\circ\text{C}$ ）、卓越した耐放射線性（電子線1200Mrad照射後、90%以上の絶縁耐圧保持）もPBIの特長です。

## PBIの代表的特性一覧表

### 熱的特性

ガラス転移温度	427℃	DMA
熱分解温度	580℃ (空气中) 窒素中では800℃まで明確な分解点なし	TGA
加熱重量減少率	<1% (窒素中 500℃ 3時間)	TGA
限界酸素指数	58%	ASTM D2863
線膨張係数	2.1×10 <sup>-5</sup> (100~200℃) 3.3×10 <sup>-5</sup> (200~300℃)	微量加重熱膨張計 単位: cm/cm/℃

### 機械的特性

表面硬度	>7H (200℃)	鉛筆硬度計 [300℃熱処理後]
破断強度	30kg/mm <sup>2</sup>	厚さ10μmフィルムにて
破断伸び	30%	
引張弾性率	1300kg/mm <sup>2</sup>	

耐薬品性：各薬品中に室温で7日間静置後の樹脂重量変化率と絶縁耐圧  
(膜厚：50μm、試験開始前の絶縁耐圧は1.0 MV/cm)

薬品名		重量変化率 (%)	絶縁耐圧 (MV/cm)
炭化水素系	キシレン	<±5	1.0
	トルエン	<±5	1.0
	ディーゼル	<±5	1.0
	ガソリン	<±5	1.0
ケトン系	メチルエチルケトン	<±5	1.0
塩素系	塩化メチレン	<±5	1.0
有機酸系	氷酢酸	<±5	0.8
強塩基	NaOH水溶液 (15wt%)	+10	0.5
強酸	硫酸 (30wt%)	+60	<0.1
	硝酸 (30wt%)	+25	<0.1
水性酸化剤	次亜塩素酸ソーダ (5wt%)	<±5	1.0

### その他の特性

密着性	10点 (アルミニウム、銅上)	基盤目テープ法
動摩擦係数	0.27	対SUS316
耐放射線性	電子線1200Mrad照射後、90%以上の絶縁耐圧保持	
吸湿率	10%	76%RH 平衡
溶液密度	0.96-0.97	10重量%溶液